

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-343954

(43)Date of publication of application : 14.12.2001

(51)Int.Cl. G09G 3/36
G02F 1/133
G09G 3/20
G09G 3/30
H04N 5/66
H04N 9/30

(21)Application number : 2000-304983

(71)Applicant : SEIKO EPSON CORP

(22)Date of filing : 04.10.2000

(72)Inventor : AOKI TORU

(30)Priority

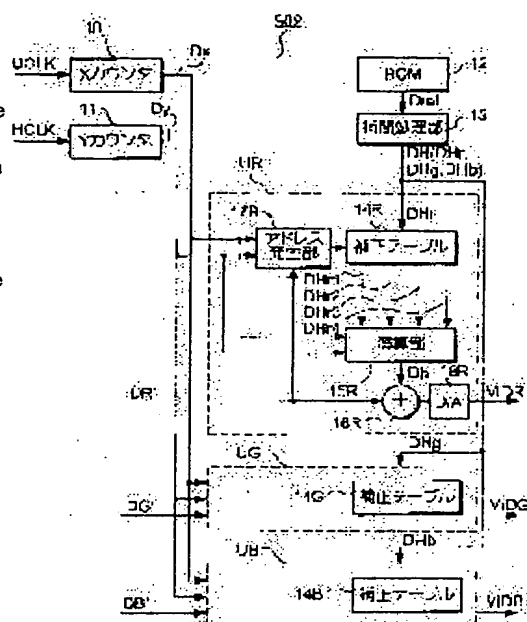
Priority number : 2000020817
2000087147Priority date : 28.01.2000
27.03.2000Priority country : JP
JP

(54) ELECTROOPTICAL DEVICE, IMAGE PROCESSING CIRCUIT, METHOD FOR CORRECTING IMAGE DATA AND ELECTRONIC EQUIPMENT

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To eliminate irregularities in luminance and color of a display picture.

SOLUTION: An interpolation processing section 13 applies an interpolation process in a level (gradation) direction to reference correction data Dref stored in a ROM 12, generates correction data DHr corresponding to each gradation value that image data DR' for each reference coordinate can assume and stores the data into a correction table 14R. An address generating section 17R specifies each storage region of correction data DHr1 to DHr4 corresponding to four reference coordinates located in the vicinity of X and Y coordinates among the data DHr stored in the table 14R based on X and Y coordinate data Dx and Dy and the data DR'. A computing section 15R generates corrected data Dh by applying an interpolation process in the coordinate direction to the data DHr1 to DHr4 read from the table 14R. An adding section 16R adds the data DR' and the data Dh to generate corrected image data.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 04.10.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3661584

[Date of registration] 01.04.2005

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-343954

(P2001-343954A)

(43)公開日 平成13年12月14日 (2001. 12. 14)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード* (参考)
G 0 9 G 3/36		G 0 9 G 3/36	2 H 0 9 3
G 0 2 F 1/133	5 5 0	G 0 2 F 1/133	5 5 0 5 C 0 0 6
	5 7 5		5 7 5 5 C 0 5 8
G 0 9 G 3/20	6 3 1	G 0 9 G 3/20	6 3 1 R 5 C 0 6 0
	6 4 1		6 4 1 Q 5 C 0 8 0

審査請求 有 請求項の数14 O L (全 22 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願2000-304983(P2000-304983)

(22)出願日 平成12年10月4日(2000. 10. 4)

(31)優先権主張番号 特願2000-20817(P2000-20817)

(32)優先日 平成12年1月28日(2000. 1. 28)

(33)優先権主張国 日本 (J P)

(31)優先権主張番号 特願2000-87147(P2000-87147)

(32)優先日 平成12年3月27日(2000. 3. 27)

(33)優先権主張国 日本 (J P)

(71)出願人 000002369

セイコーエプソン株式会社

東京都新宿区西新宿2丁目4番1号

(72)発明者 青木 透

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

(74)代理人 100095728

弁理士 上柳 雅彦 (外1名)

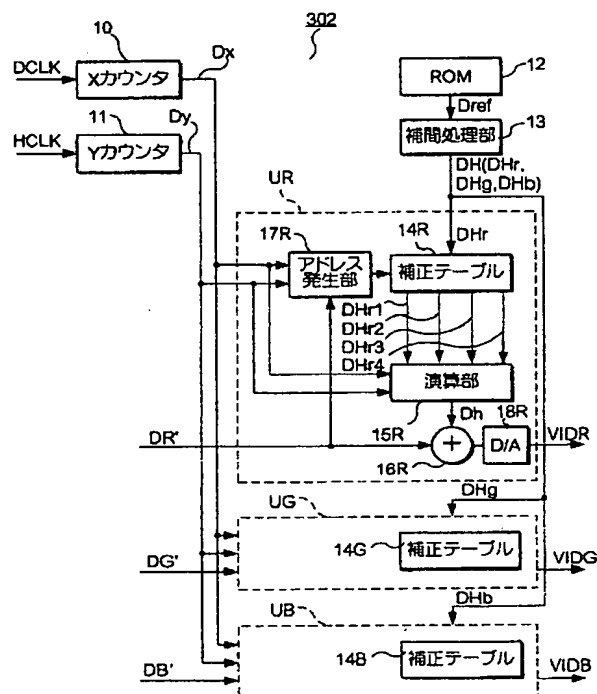
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 電気光学装置、画像処理回路、画像データ補正方法、および、電子機器

(57)【要約】

【課題】 表示画面の輝度ムラや色ムラを無くす。

【解決手段】 補間処理部13は、ROM12に格納された基準補正データDrefにレベル（階調）方向の補間処理を施して、画像データDR'の取り得る各階調値に対応した補正データDhrを各基準座標について生成し、これを補正テーブル14Rに格納する。アドレス発生部17Rは、X、Y座標データDx、Dyおよび画像データDR'に基づいて、補正テーブル14Rに記憶されている補正データDhrの中から、当該座標に近傍にある4つの基準座標に対応した補正データDhr1~Dhr4の各記憶領域を指定する。演算部15Rは、補正テーブル14Rから読み出された補正データDhr1~Dhr4に対して、座標方向の補間処理を施して補正データDhを生成する。加算部16Rは画像データDR'に補正データDhを加算して補正済画像データを生成する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 入力画像データに応じて画像が表示される画像表示領域の輝度ムラを補正する画像データ補正方法であって、

前記入力画像データが取り得るレベルのうち、複数の特定レベルに対応する基準補正データを、前記画像表示領域内において予め定められた複数の基準座標毎に記憶し、

前記基準補正データに対しレベル方向に補間処理を施して、前記入力画像データの取り得るレベルの各々に対応した第1補正データを、前記基準座標毎に生成するとともに、該第1補正データを基準座標とレベルとに対応づけて記憶し、

記憶した第1補正データの中から、前記入力画像データでの画像表示領域内における座標の近傍に位置する複数の基準座標に対応し、かつ、該入力画像データのレベルに対応するものを選択し、

選択した第1補正データに対し座標方向の補間処理を施して、前記入力画像データに対応する第2補正データを生成し、

当該第2補正データを前記入力画像データに加算することを特徴とする画像データ補正方法。

【請求項2】 入力画像データに応じて画像が表示される画像表示領域の輝度ムラを補正する画像処理回路であって、

前記入力画像データが取り得るレベルのうち、複数の特定レベルに対応する基準補正データを、前記画像表示領域内において予め定められた複数の基準座標毎に記憶する第1記憶手段と、

前記基準補正データに対しレベル方向に補間処理を施して、前記入力画像データの取り得るレベルの各々に対応した第1補正データを、前記基準座標毎に生成する第1補間手段と、

該第1補正データを基準座標とレベルとに対応づけて記憶する第2記憶手段と、

前記第2記憶手段に記憶された第1補正データの中から、前記入力画像データでの画像表示領域内における座標の近傍に位置する複数の基準座標に対応し、かつ、該入力画像データのレベルに対応するものを選択する選択手段と、

前記選択手段により選択された第1補正データに対し座標方向の補間処理を施して、前記入力画像データに対応する第2補正データを生成する第2補間手段と、
当該第2補正データを前記入力画像データに加算する加算手段とを具備することを特徴とする画像処理回路。

【請求項3】 入力画像データに応じて画像が表示される画像表示領域の輝度ムラを補正する画像処理回路であって、

前記入力画像データが取り得るレベルのうち、複数の特定レベルに対応する基準補正データを、前記画像表示領域

域内において予め定められた複数の基準座標毎に記憶するメモリと、

前記基準補正データに対しレベル方向に補間処理を施して、前記入力画像データの取り得るレベルの各々に対応した第1補正データを、前記基準座標毎に生成する補間処理部と、

該第1補正データを基準座標とレベルとに対応づけて記憶する補正テーブルと、

前記補正テーブルに記憶された第1補正データの中から、前記入力画像データでの画像表示領域内における座標の近傍に位置する複数の基準座標に対応し、かつ、該入力画像データのレベルに対応するものを選択する選択回路と、

前記選択回路により選択された第1補正データに対し座標方向の補間処理を施して、前記入力画像データに対応する第2補正データを生成する演算部と、

当該第2補正データを前記入力画像データに加算する加算部とを具備することを特徴とする画像処理回路。

【請求項4】 前記画像表示領域には、X方向に延在する複数の走査線と、Y方向に延在する複数のデータ線と、これらのデータ線および走査線の交差に対応する画素とが設けられ、

前記選択回路は、

前記画像表示領域のX方向走査の時間基準となる第1クロック信号を計数して、前記画像表示領域において前記入力画像データに対応する画素のX座標を指示するX座標データを生成するXカウンタと、

前記画像表示領域のY方向走査の時間基準となる第2クロック信号を計数して、前記画像表示領域において前記入力画像データに対応する画素のY座標を指示するY座標データを生成するYカウンタと、

前記X座標データと前記Y座標データとから、前記入力画像データの座標近傍に位置する複数の基準座標を特定するとともに、該特定された複数の基準座標と前記入力画像データのレベルとにより、前記補正テーブルから対応する複数の補正データを読み出すためのアドレスを発生するアドレス発生部とを備え、

前記演算部は、前記X座標データと前記Y座標データとによって特定される入力画像データの座標から、前記アドレス発生部により読み出された複数の補正データに対応する基準座標の各々までの距離に応じて補間処理を行うことを特徴とする請求項3に記載の画像処理回路。

【請求項5】 前記入力画像データは、RGBの各色に対応するデータから構成され、

前記基準補正データは、RGBの各色に対応するデータから構成され、

前記メモリ、前記補間処理部、前記Xカウンタおよび前記Yカウンタは、RGBの各色で兼用され、

前記補正テーブル、前記演算部、前記アドレス発生部および前記加算部は、RGBの色毎に対応して設けられる

ことを特徴とする請求項 4 に記載の画像処理回路。

【請求項 6】 前記画像表示領域には、X 方向に延在する複数の走査線と、Y 方向に延在する複数のデータ線と、これらのデータ線および走査線の交差に対応して、電極間に液晶を挟持してなる画素とが設けられ、前記複数の特定レベルに対応する基準補正データは、前記液晶に印加される電圧実効値に対する透過率または反射率を示す表示特性曲線が急峻に変化する第 1 および第 2 変化点の各々に対応する第 1 および第 2 レベルと、第 1 および第 2 レベルの間における 1 以上のレベルとに対応する補正データであることを特徴とする請求項 3 に記載の画像処理回路。

【請求項 7】 前記補間処理部は、
前記第 1 レベルから前記第 2 レベルまでのレベルの各々に対応する第 1 補正データについては、前記基準補正データに補間処理を施して生成し、
前記第 1 レベル未満のレベルの各々に対応する第 1 補正データについては、前記第 1 レベルに対応する基準補正データを用い、
前記第 2 レベルを超えるレベルの各々に対応する第 1 補正データについては、前記第 2 レベルに対応する基準補正データを用い、
前記補正テーブルは、
前記第 1 レベルから前記第 2 レベルまでの各レベルについて補正データを記憶し、
前記選択回路は、
前記補正テーブルに記憶された補正データのうち、
前記入力画像データのレベルが前記第 1 レベル未満である場合には、前記第 1 レベルに対応する補正データを選択し、
前記入力画像データのレベルが前記第 1 レベルから前記第 2 レベルまでの範囲にある場合には、当該レベルに対応する補正データを選択し、
前記入力画像データのレベルが前記第 2 レベルを超える場合には、前記第 2 レベルに対応する補正データを選択することを特徴とする請求項 6 に記載の画像処理回路。
【請求項 8】 前記入力画像データのレベルが前記第 1 レベル未満である場合、または、前記第 2 レベルを超える場合に、
当該画像入力レベルと前記第 1 または第 2 レベルとの差に応じた係数を出力する係数出力部と、
前記係数出力部による係数と、前記選択回路により選択された第 1 または第 2 レベルに対応する補正データの各々を乗算する乗算器とを備え、
前記演算部は、
前記乗算器による乗算結果を、前記選択回路により選択された第 1 補正データとして用いることを特徴とする請求項 7 に記載の画像処理回路。
【請求項 9】 前記係数出力部は、
前記入力画像データが前記第 1 レベル未満である領域、

または、前記第 2 レベルを超える領域において、少なくとも 2 以上のレベルに対応する係数を記憶するルックアップテーブルと、

前記ルックアップテーブルに記憶された係数を補間して、当該入力画像データに対応する係数を求める係数補間部とを備えることを特徴とする請求項 8 に記載の画像処理回路。

【請求項 10】 前記入力画像データは、RGB の各色に対応するデータから構成され、
前記基準補正データは、RGB の各色に対応するデータから構成され、
前記補間処理部は、RGB の各色に対応して第 1 補正データを生成し、
前記補正テーブル、前記演算部および前記加算部は、RGB の色毎に設けられることを特徴とする請求項 3 に記載の画像処理回路。

【請求項 11】 前記 G の基準補正データにおけるデータ量は、前記 R または前記 B の基準補正データにおけるデータ量より多いことを特徴とする請求項 10 に記載の画像処理回路。

【請求項 12】 前記 R または前記 B の基準補正データは、前記 G の基準補正データに対応する基準座標の複数を一定の規則で抽出した座標に対応するものであることを特徴とする請求項 11 に記載の画像処理回路。

【請求項 13】 請求項 3 乃至 12 のうちいずれかに記載の画像処理回路と、
前記画像処理回路によって補正された画像データに基づいて前記画像表示領域に画像を表示する駆動回路とを備えることを特徴とする電気光学装置。

【請求項 14】 請求項 13 に記載の電気光学装置を備えることを特徴とする電子機器。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、輝度ムラや色ムラ等を抑えた電気光学装置、画像処理回路、画像データ補正方法、および、電子機器に関する。

【0002】

【従来の技術】従来の電気光学装置、例えば、アクティブマトリクス型の液晶表示装置は、主に、液晶パネル、画像信号処理回路およびタイミング発生回路から構成されている。このうち、液晶パネルは、一対の基板間に液晶が挟持された構成となっており、詳細には、一対の基板のうち、一方の基板に、複数の走査線と複数のデータ線とが互いに絶縁を保って交差するように設けられるとともに、これらの交差部分の各々に対応してスイッチング素子の一例たる薄膜トランジスタ（Thin Film Transistor：以下「TFT」と称する）と画素電極との対が設けられ、また、他方の基板には画素電極に対向する透明な対向電極（共通電極）が設けられて、一定電位に維持されている。

【0003】ここで、両基板の各対向面には、液晶分子の長軸方向が両基板間で例えば約90度連続的に捻れるようにラビング処理された配向膜がそれぞれ設けられる一方、両基板の各背面側には配向方向に応じた偏光子がそれぞれ設けられる。この構成において、画素電極と対向電極との間を通過する光は、両電極間に印加された電圧実効値がゼロであれば、液晶分子の捻れに沿って約90度旋光する一方、電圧実効値が大きくなるにつれて、液晶分子が電界方向に傾く結果、その旋光性が消失する。このため、例えば透過型において、入射側と背面側とに、配向方向に合わせて偏光軸が互いに直交する偏光子をそれぞれ配置させた場合（ノーマリーホワイトモードの場合）、両電極に印加される電圧実効値がゼロであれば、透過率が最大（白表示）になる一方、両電極に印加される電圧実効値が大きくなるにつれて光が遮断して、ついには透過率が最小（黒表示）になる。

【0004】一方、タイミング発生回路は、各部で使用されるタイミング信号を出力するものであり、また、画像信号処理回路は、画素電極と対向電極との間に印加される電圧実効値に対する透過率（または反射率）の特性に合致するように、液晶表示装置に入力される画像データを、その階調値に対応する電圧情報に変換する、というガンマ補正処理を実行するものである。このようなガンマ補正処理は、一般には、入力画像データと補正後の画像データとの関係を記憶したテーブルを用いて行われることが多い。

【0005】ところで、実際の液晶パネルでは、液晶層の厚さが不均一であったり、TFTの動作特性が面内においてバラツキたりするなどの理由により、輝度ムラが発生する。ここで、輝度ムラを低減するための技術としては、表示領域を適当なブロックに分割し、ブロック単位でテーブルを切り替える技術が挙げられる（例えば、特開平3-18822号公報参照）。さらに、このような技術において、すべてのブロックについてテーブルを用意するのではなく、所定のブロックについてのみテーブルを用意する一方、テーブルが用意されていないブロックについては、近傍ブロックのテーブルに基づいて補間処理を行うことにより、当該ブロックのテーブルを生成して、テーブルのメモリ容量を削減する、という技術もある（例えば、特開平5-64110号公報参照）。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、ブロック毎にテーブルを用意する技術では、ブロック単位で輝度レベルが補正されるので、同一ブロック内では補正量が一定になってしまう。このため、高精度の補正を行うことができないので、輝度ムラを完全に解消できない、といった問題があった。一方、ブロック数を増やし、用意するテーブルの数を増やせば、輝度ムラをより低減することが可能であるが、この場合にはテーブルに必要なメモリ容量が増大してしまう、といった問題があった。

【0007】本発明は、上述した問題に鑑みてなされたものであり、その目的は少ないメモリ容量で輝度ムラを大幅に低減することが可能な電気光学装置、画像処理回路、画像データ補正方法および電子機器を提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、本件第1発明に係る画像データ補正方法にあっては、入力画像データに応じて画像が表示される画像表示領域の輝度ムラを補正する画像データ補正方法であって、前記入力画像データが取り得るレベルのうち、複数の特定レベルに対応する基準補正データを、前記画像表示領域内において予め定められた複数の基準座標毎に記憶し、前記基準補正データに対しレベル方向に補間処理を施して、前記入力画像データの取り得るレベルの各々に対応した第1補正データを、前記基準座標毎に生成するとともに、該第1補正データを基準座標とレベルとに対応づけて記憶し、記憶した第1補正データの中から、前記入力画像データでの画像表示領域内における座標の近傍に位置する複数の基準座標に対応し、かつ、該入力画像データのレベルに対応するものを選択し、選択した第1補正データに対し座標方向の補間処理を施して、前記入力画像データに対応する第2補正データを生成し、当該第2補正データを前記入力画像データに加算する方法を特徴としている。

【0009】この方法によれば、予め記憶されるデータは、画像表示領域内における複数の基準座標毎に対応し、かつ、入力画像データの取り得るレベルのうち、複数の特定レベルの各々に対応する基準補正データだけであるので、必要なメモリ容量を削減することが可能となる。さらに、この基準補正データにレベル方向の補間処理が施されて、第1補正データが生成され、さらに、該第1補正データに座標方向の補間処理が施されて第2補正データが生成されて、これにより入力画像データが補正される。このため、輝度ムラの補正は、該入力画像データの各レベルに対応し、かつ、該入力画像データの座標に対応して実行されるので、精度良く輝度ムラが低減されることになる。

【0010】次に、上記目的を達成するため、本件第2発明に係る画像処理回路にあっては、入力画像データに応じて画像が表示される画像表示領域の輝度ムラを補正する画像処理回路であって、前記入力画像データが取り得るレベルのうち、複数の特定レベルに対応する基準補正データを、前記画像表示領域内において予め定められた複数の基準座標毎に記憶する第1記憶手段と、前記基準補正データに対しレベル方向に補間処理を施して、前記入力画像データの取り得るレベルの各々に対応した第1補正データを、前記基準座標毎に生成する第1補間手段と、該第1補正データを基準座標とレベルとに対応づけて記憶する第2記憶手段と、前記第2記憶手段に記憶

された第1補正データの中から、前記入力画像データでの画像表示領域内における座標の近傍に位置する複数の基準座標に対応し、かつ、該入力画像データのレベルに対応するものを選択する選択手段と、前記選択手段により選択された第1補正データに対し座標方向の補間処理を施して、前記入力画像データに対応する第2補正データを生成する第2補間手段と、当該第2補正データを前記入力画像データに加算する加算手段とを具備する構成を特徴としている。この構成によれば、上記第1発明と同様に、輝度ムラの補正が、該入力画像データの各レベルに対応し、かつ、該入力画像データの座標に対応して実行されるので、精度良く輝度ムラが低減されることになる。

【0011】同様に、上記目的を達成するために、本件第3発明に係る画像処理回路にあっては、入力画像データに応じて画像が表示される画像表示領域の輝度ムラを補正する画像処理回路であって、前記入力画像データが取り得るレベルのうち、複数の特定レベルに対応する基準補正データを、前記画像表示領域内において予め定められた複数の基準座標毎に記憶するメモリと、前記基準補正データに対しレベル方向に補間処理を施して、前記入力画像データの取り得るレベルの各々に対応した第1補正データを、前記基準座標毎に生成する補間処理部と、該第1補正データを基準座標とレベルとに対応づけて記憶する補正テーブルと、前記補正テーブルに記憶された第1補正データの中から、前記入力画像データでの画像表示領域内における座標の近傍に位置する複数の基準座標に対応し、かつ、該入力画像データのレベルに対応するものを選択する選択回路と、前記選択回路により選択された第1補正データに対し座標方向の補間処理を施して、前記入力画像データに対応する第2補正データを生成する演算部と、当該第2補正データを前記入力画像データに加算する加算部とを具備する構成を特徴としている。この構成によれば、上記第1および第2発明と同様に、輝度ムラの補正が、該入力画像データの各レベルに対応し、かつ、該入力画像データの座標に対応して実行されるので、精度良く輝度ムラが低減されることになる。

【0012】さて、この第3発明において、前記画像表示領域には、X方向に延在する複数の走査線と、Y方向に延在する複数のデータ線と、これらのデータ線および走査線の交差に対応する画素とが設けられ、前記選択回路は、前記画像表示領域のX方向走査の時間基準となる第1クロック信号を計数して、前記画像表示領域において前記入力画像データに対応する画素のX座標を指示するX座標データを生成するXカウンタと、前記画像表示領域のY方向走査の時間基準となる第2クロック信号を計数して、前記画像表示領域において前記入力画像データに対応する画素のY座標を指示するY座標データを生成するYカウンタと、前記X座標データと前記Y座標デ

ータとから、前記入力画像データの座標近傍に位置する複数の基準座標を特定するとともに、該特定された複数の基準座標と前記入力画像データのレベルとにより、前記補正テーブルから対応する複数の補正データを読み出すためのアドレスを発生するアドレス発生部とを備え、前記演算部は、前記X座標データと前記Y座標データとによって特定される入力画像データの座標から、前記アドレス発生部により読み出された複数の補正データに対応する基準座標の各々までの距離に応じて補間処理を行う構成が好ましい。この構成によれば、あるタイミングの入力画像データが、画像表示領域においていかなる座標に対応するかについて、X、Y座標データにより特定されることになる。そして、当該座標の近傍に位置する基準座標に対応する補正データを、座標方向に補間処理することにより、当該座標に対応する第2補正データが生成されるので、入力画像データに対する輝度ムラの補正を、対応する座標毎に正確に行うことができる。

【0013】このような構成においては、さらに、前記入力画像データは、RGBの各色に対応するデータから構成され、前記基準補正データは、RGBの各色に対応するデータから構成され、前記メモリ、前記補間処理部、前記Xカウンタおよび前記Yカウンタは、RGBの各色で兼用され、前記補正テーブル、前記演算部、前記アドレス発生部および前記加算部は、RGBの色毎に対応して設けられる構成が望ましい。この構成では、前記メモリ、前記補間処理部、前記Xカウンタおよび前記Yカウンタは、RGBの各色で兼用されるので、構成の簡易化を図ることが可能となる。

【0014】一方、第3発明において、前記画像表示領域には、X方向に延在する複数の走査線と、Y方向に延在する複数のデータ線と、これらのデータ線および走査線の交差に対応して、電極間に液晶を挟持してなる画素とが設けられ、前記複数の特定レベルに対応する基準補正データは、前記液晶に印加される電圧実効値に対する透過率または反射率を示す表示特性曲線が急峻に変化する第1および第2変化点の各々に対応する第1および第2レベルと、第1および第2レベルの間における1以上のレベルとに対応する補正データである構成が好ましい。

【0015】さらに、前記補間処理部は、前記第1レベルから前記第2レベルまでのレベルの各々に対応する第1補正データについては、前記基準補正データに補間処理を施して生成し、前記第1レベル未満のレベルの各々に対応する第1補正データについては、前記第1レベルに対応する基準補正データを用い、前記第2レベルを超えるレベルの各々に対応する第1補正データについては、前記第2レベルに対応する基準補正データを用い、前記補正テーブルは、前記第1レベルから前記第2レベルまでの各レベルについて補正データを記憶し、前記選択回路は、前記補正テーブルに記憶された補正データの

うち、前記入力画像データのレベルが前記第1レベル未満である場合には、前記第1レベルに対応する補正データを選択し、前記入力画像データのレベルが前記第1レベルから前記第2レベルまでの範囲にある場合には、当該レベルに対応する補正データを選択し、前記入力画像データのレベルが前記第2レベルを超える場合には、前記第2レベルに対応する補正データを選択する構成が好ましい。液晶の表示特性では、大きな変化点が2つあり、これらの変化点の間では印加電圧に対して透過率が大きく変化するが、それ以外の範囲では、印加電圧に対する透過率の変化は小さい。このため、入力画像データのレベルが第1レベル未満である場合には、該第1レベルに対応する補正データを選択する一方、入力画像データのレベルが第2レベルを超える場合には、該第2レベルに対応する補正データを選択する構成として、輝度ムラは、一応補正することができる。

【0016】ただし、入力画像データのレベルが第1レベル未満である場合、または、第2レベルを超える場合でも、適切に輝度ムラを補正する場合には、次のような構成とすることが望ましい。すなわち、前記入力画像データのレベルが前記第1レベル未満である場合、または、前記第2レベルを超える場合に、当該画像入力レベルと前記第1または第2レベルとの差に応じた係数を出力する係数出力部と、前記係数出力部による係数と、前記選択回路により選択された第1または第2レベルに対応する補正データの各々とを乗算する乗算器とを備え、前記演算部は、前記乗算器による乗算結果を、前記選択回路により選択された第1補正データとして用いる構成が好ましい。この構成によれば、入力画像データのレベルが第1レベル未満である場合、または、第2レベルを超える場合でも、当該レベルに対応して適切に補正データが生成されるので、輝度ムラを補正することが可能となる。このような構成について、前記係数出力部は、前記入力画像データが前記第1レベル未満である領域、または、前記第2レベルを超える領域において、少なくとも2以上のレベルに対応する係数を記憶するルックアップテーブルと、前記ルックアップテーブルに記憶された係数を補間して、当該入力画像データに対応する係数を求める係数補間部とを備える構成が考えられる。この構成によれば、入力画像データが第1レベル未満である領域のレベルの各々に対応して、または、第2レベルを超える領域のレベルの各々に対応して、係数をルックアップテーブルに記憶させる必要がないので、その分、ルックアップテーブルに必要な記憶容量を削減することが可能となる。

【0017】一方、第3発明において、カラー化に対応する場合、前記入力画像データは、RGBの各色に対応するデータから構成され、前記基準補正データは、RGBの各色に対応するデータから構成され、前記補間処理部は、RGBの各色に対応して第1補正データを生成

し、前記補正テーブル、前記演算部および前記加算部は、RGBの色毎に設けられる構成が好ましい。この構成によれば、RGBの色毎に輝度ムラが補正されることになる。

【0018】さらに、人の視覚は、RやBと比較してGの感度が高いので、前記Gの基準補正データにおけるデータ量は、前記Rまたは前記Bの基準補正データにおけるデータ量より多い構成が望ましい。これにより、Gの基準補正データと比較して、RやBの基準補正データのデータ量を相対的に小さくできるので、その分、メモリに必要な記憶容量を削減することが可能となる。

【0019】さらに、このようなRまたはBの基準補正データは、Gの基準補正データに対応する基準座標の複数を一定の規則で抽出した座標に対応するものである構成が望ましい。

【0020】そして、本発明に係る電気光学装置は、上述した画像処理回路と、前記画像処理回路によって補正された画像データに基づいて前記画像表示領域に画像を表示する駆動回路とを備えるので、輝度ムラや色ムラが解消されて、高品質な画像表示が可能となる。

【0021】さらに、本発明に係る電子機器は、上記電気光学装置を備えることを特徴としている。特に、画像を拡大投射するプロジェクタに用いると、顕著に目立つ輝度ムラや色ムラが適切に補正されるので、その効果が大きい。直視型の電子機器、例えば、モバイル型のコンピュータや携帯電話等の表示部にも好適である。

【0022】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施形態のいくつかについて説明する。

【0023】＜1：第1実施形態＞まず、本発明の第1実施形態について説明する。本実施形態は、電気光学装置の一例であって、アクティブマトリクス型の液晶パネルによる透過画像の合成像を拡大投射するプロジェクタである。

【0024】＜1-1：プロジェクタの電氣的構成＞図1は、プロジェクタの電氣的な構成を示すブロック図である。この図に示されるようにプロジェクタ1100は、3枚の液晶表示パネル100R、100G、100Bと、タイミング回路200と、画像信号処理回路300とを備えている。

【0025】このうち、液晶表示パネル100R、100G、100Bの各々は、それぞれR（赤）、G（緑）、B（青）の原色に対応するものである。ここで、液晶表示パネル100R、100G、100Bの各々は、それぞれ、素子基板と対向基板との間に液晶を挟持してなり、素子基板にあって表示領域103の周縁部分には、データ線駆動回路101および走査線駆動回路102が形成されている。一方、素子基板にあって表示領域103には、横方向（X方向）に複数のデータ線と、縦方向（Y方向）に走査線が形成されるとともに、

各データ線と各走査線との交差に対応して、スイッチング素子として機能するTFTが設けられ、そのゲート電極は走査線に、そのソース電極はデータ線に、そのドレイン電極は画素電極に接続されている。そして、TFT、画素電極および対向基板に設けらる対向電極によって1つの画素が形成されている。

【0026】また、データ線駆動回路101および走査線駆動回路102は、表示領域103に形成される複数のデータ線と複数の走査線を駆動するように構成されている。なお、本発明において表示領域103のドット数は、どのようなものであっても良いが、本実施形態では、説明の便宜上、XGA（横1024ドット×縦768ドット）とする。

【0027】次に、タイミング回路200は、データ線駆動回路101、走査線駆動回路102および画像信号処理回路300に各種のタイミング信号を供給するものである。また、画像信号処理回路300は、ガンマ補正回路301、色ムラ補正回路302、S/P変換回路303R、303G、303Bおよび反転増幅回路304R、304G、304Bから構成されている。

【0028】このうち、ガンマ補正回路301は、デジタルの入力画像データDR、DG、DBに対し、液晶パネル100R、100G、100Bの各々の表示特性に対応してガンマ補正を施した画像データDR'、DG'、DB'を出力するものである。続いて、色ムラ補正回路302は、画像データDR'、DG'、DB'に対し、後述する色ムラ補正を施すとともに、補正されたデータをD/A変換して、画像信号VIDR、VIDG、VIDBを出力するものである。

【0029】次に、Rに対応するS/P変換回路303Rは、1系統の画像信号VIDRを入力すると、これを6系統に分配するとともに、時間軸に6倍に伸長（シリアル→パラレル変換）して出力するものである。ここで、6系統の画像信号に変換する理由は、液晶表示パネルのサンプリング回路（データ線駆動回路101に内蔵）において、TFTに供給される画像信号の印加時間を長くして、液晶表示パネルのデータ信号のサンプリング時間および充放電時間を十分に確保するためであるが、本発明とは直接関係しないので、その説明を省略することにする。

【0030】さらに、Rに対応する反転増幅回路304Rは、画像信号を極性反転させた後、増幅して、画像信号VIDr1～VIDr6として液晶表示パネル100Rに供給するものである。なお、色ムラ補正回路302によるGの画像信号VIDGについても、同様に、S/P変換回路303Gによって6系統に変換された後に、反転増幅回路304Gによって反転・増幅されて、画像信号VIDg1～VIDg6として液晶表示パネル100Gに供給される。同様に、Bの画像信号VIDBについても、S/P変換回路303Bによって6系統に変換

された後に、反転増幅回路304Bによって反転・増幅されて、画像信号VIDb1～VIDb6として液晶表示パネル100Bに供給される。

【0031】また、反転・増幅回路304R、304G、304Bにおける極性反転とは、画像信号の振幅中心電位を基準として、その電圧レベルを交互に反転させることをいう。また、反転するか否かについては、データ信号の印加方式が①走査線単位の極性反転であるか、②データ信号線単位の極性反転であるか、③画素単位の極性反転であるかに応じて定められ、その反転周期は、1水平走査期間またはドットクロック周期に設定される。

【0032】＜1-2：プロジェクタの機械的な構成＞次に、プロジェクタの機械的な構成について説明する。図2は、このプロジェクタの構成を示す平面図である。この図に示されるように、プロジェクタ1100内部には、ハロゲンランプ等の白色光源からなるランプユニット1102が設けられている。このランプユニット1102から射出された投射光は、ライトガイド1104内に配置された4枚のミラー1106および2枚のダイクロイックミラー1108によってRGBの各原色に分離されて、それぞれライトバルブとしての液晶パネル100R、100Bおよび100Gに入射される。

【0033】液晶パネル100R、100Bおよび100Gには、画像信号処理回路300（図2では省略）により処理されたR、G、Bの画像信号（VIDr1～VIDr6、VIDg1～VIDg6、VIDb1～VIDb6）がそれぞれ供給される。これにより、液晶パネル100R、100G、100Bは、それぞれRGBの各原色画像を生成する光変調器として機能することになる。さて、これらの液晶パネルによって変調された光は、ダイクロイックプリズム1112に3方向から入射される。このダイクロイックプリズム1112においては、RおよびBの光が90度に屈折する一方、Gの光が直進する。これにより、各原色画像の合成像が、投射レンズ1114を介して、スクリーン等に投写されることとなる。なお、液晶パネル100R、100B、100Gには、ダイクロイックミラー1108によって、R、G、Bの各原色に対応する光が入射するので、直視型パネルのようなカラーフィルタは不要である。

【0034】＜1-3：色ムラ補正回路の構成＞次に、図1における色ムラ補正回路302の詳細な構成について説明する。図3は、この色ムラ補正回路の構成を示すブロック図である。この図に示されるように色ムラ補正回路302は、Xカウンタ10、Yカウンタ11、ROM（Read Only Memory）12、補間処理部13および補正ユニットUR、UG、UBから構成される。

【0035】まず、Xカウンタ10は、ドット周期に同期するドットクロック信号DCLKをカウントして、入力画像データのX座標を示すX座標データDxを出力す

るものである。一方、Yカウンタ11は、水平走査に同期する水平クロック信号HCLKをカウントして、入力画像データのY座標を示すY座標データDyを出力するものである。したがって、X座標データDxとY座標データDyとを参照することによって、当該入力画像データに対応するドット（画素）の座標を知ることができる。

【0036】次に、ROM12は不揮発性のメモリであり、プロジェクタ1100の電源投入時に、基準補正データDrefを出力する。この基準補正データDrefは、予め定められた複数の基準座標毎に対応し、かつ、RGBの色毎において特定レベルに対応するものであって、色ムラを補正する際の基準となるデータである。ここで、本実施形態における基準座標について説明する。図4は、基準座標について表示領域103との関連において説明するための概念図である。上述したように本実施形態にあっては、表示領域103が横1024ドット×縦768ドットで構成されるが、この表示領域を、横8個×縦6個のブロックに分割し、これらブロックの頂点に位置する計63点の座標（図において黒丸で示される）を、本実施形態では基準座標と称呼することとしたものである。

【0037】次に、RGBの色毎における特定のレベルについて説明する。一般に、液晶表示パネルは、一般に、電気光学物質である液晶の組成に応じた表示特性を有するので、画像データのある1つのレベルに対応する補正データを用いて、画像データが取り得るレベルのすべてを補正しても、正確な補正を行うことができない。例えば、中央（灰色）レベルで最適化された補正データを用いて、画像データにおけるすべてのレベルを補正しても、特に黒レベルや白レベルにおいて正確な補正を行うことができず、したがって、そのようなレベルにおいて輝度ムラを抑圧することができない。一方、画像データのすべてのレベルに対応して補正データを格納するのは理想的ではあるが、ROM12において必要とする記憶容量が増大してしまうことになる。そこでまず、本実施形態においては、3つの異なるレベルに対応して基準補正データDrefを記憶しておき、これら3つのレベル以外のレベルに対応する補正データについては、記憶した基準補正データDrefを、補間処理して求めることとした。

【0038】これについて詳細に説明する。図5は、液晶容量に印加される電圧実効値と透過率（または反射率）との関係を示す表示特性Wにおいて、基準補正データDrefに対応する電圧レベルが、どの地点に相当するかを示すための図である。なお、この図は、液晶容量に印加される電圧実効値がゼロである場合に、透過率が最大（白表示）となるノーマリーホワイトモードについて示している。

【0039】この図に示されるように、表示特性Wは、

液晶容量に印加される電圧実効値がゼロから次第に大きくなると、透過率が緩やかに低下し、電圧レベルV1を越えると急峻に透過率が低下し、さらに、電圧レベルV3を越えると透過率が緩やかに低下する。ここで、電圧レベルV0は、画像データが最小レベルとなる場合に液晶容量に印加される電圧実効値であり、電圧レベルV4は、画像データが最大レベルとなる場合に液晶容量に印加される電圧実効値である。そして、このような表示特性Wにおいて、本実施形態における基準補正データDrefは、電圧レベルV1、V2およびV3のそれぞれに対して、後述する手法により設定されたものである。なお、電圧レベルV1およびV3は、表示特性Wにおいて急峻に変化する点に対応するものであり、電圧レベルV2は、透過率が略50%となる点に対応している。

【0040】ここで、上述した3つの電圧レベルを選んだ理由は、次の通りである。第1に、電圧レベルV1未満の領域、または、電圧レベルV3を越える領域においては、画像データのレベル（階調）が大きく相違しても、透過率変化が小さいので、電圧レベルV1またはV3に対応する基準補正データDrefを用いれば、通常では十分である、と考えられるからである。第2に、仮に電圧レベルV1、V3の代わりに電圧レベルV0、V4に対応する基準補正データDrefを記憶して、電圧レベルV0～V4の範囲における各レベルに対応する補正データを補間処理して算出すると、表示特性Wが、電圧レベルV1、V3にて急峻に変化するため、補正データを全域にわたって正確に算出することができないからである。第3に、透過率が略50%となる電圧レベルV2を用いることによって、補間処理の精度を高めることができるからである。

【0041】なお、以下の説明においては、電圧レベルV1を白基準レベルと、電圧レベルV2を中央基準レベルと、電圧レベルV3を黒基準レベルと、それぞれ適宜称呼することにする。また、この例では、白基準レベルと、中央基準レベルと、黒基準レベルとに対応して基準補正データDrefを用意することにしたが、白基準レベルから黒基準レベルまでの範囲を分割する複数点に対応して基準補正データDrefを用意してもよい。

【0042】次に、ROM12の記憶内容について説明する。図6は、ROM12の記憶内容を示す図である。この図に示されるように、ROM12には、63点の基準座標毎に、9個の基準補正データDrefが格納されている。詳細には、1個の基準座標に対応する9個の基準補正データDrefは、RGBの色毎に、さらに白基準レベル、中央基準レベルおよび黒基準レベルにそれぞれ対応して格納されている。

【0043】ここで、図において、データを示す「D」に続く第1番目の添字「R」、「G」、「B」は、どの色に対応しているかを示している。また、第2番目の添字のうち、「w」は白基準レベルに、「c」は中央基準

レベルに、「b」は黒基準レベルに対応していることを示している。さらに、第3番目および第4番目の添字「i、j」は、対応する基準座標を示している。例えば、「DRc256、1」とは、R（赤）色であって、中央基準レベルに対応し、かつ、基準座標（256、1）に対応する基準補正データであることを示している。なお、以下の説明では、基準補正データについて、RGBの各色で区別する場合、Rに対応するものをDrefrと、Gに対応するものをDrefgと、Bに対応するものをDrefbとそれぞれ表記する一方、RGBの各色で区別しない場合、単にDrefと表記することにする。

【0044】次に、基準補正データDrefの設定について説明する。図7は、基準補正データDrefを設定する際に用いるシステムの構成を示す図である。この図に示されるシステム1000は、実施形態に係るプロジェクト1100、CCDカメラ500、パーソナルコンピュータ600およびスクリーンSから構成されるが、色ムラ補正回路302については動作を停止させている。さて、このシステムにおいて、CCDカメラ500は、プロジェクト1100により投射されてスクリーンSに写し出された画像を撮像して、画像信号Vsに変換出力するものである。また、パーソナルコンピュータ600は、画像信号Vsを解析して次のような手順で基準補正データDrefを生成するものである。

【0045】まず、このシステム1000に、図示せぬ信号発生器を接続して、白基準レベルに対応するRの画像データDR'を供給する（画像データDG'、DB'については、最低透過率の電圧レベルV4に対応させて固定する）。これにより、スクリーンSに赤一色の画像が表示される。次に、この画像は、CCDカメラ500によって撮像され、画像信号Vsとして、パーソナルコンピュータ600に供給される。そして、パーソナルコンピュータ600は、画像信号Vsから、1フレームの画面を図4に示される縦6個×横8個のブロックに分割して各ブロックの平均輝度レベルを求め、これに基づいて、各基準座標の輝度レベルを算出する。詳細には、パーソナルコンピュータ600は、ある基準座標の輝度レベルについて、当該基準座標に隣接する1、2または4つのブロックの平均輝度レベルを平均して求める。

【0046】続いて、パーソナルコンピュータ600は、基準座標の輝度レベルと予め定められた輝度レベルとを比較し、その比較結果に基づいて基準補正データDrefを算出する。なお、パーソナルコンピュータ600は、この算出動作を、63点のすべての基準座標について、さらに、中央基準レベル（電圧レベルV2）、黒基準レベル（V3）についても同様に実行して、Rに対応する基準補正データDrefrを算出する。

【0047】引き続き、画像データDR'、DB'を最低透過率の電圧レベルV4に対応させて固定し、Gの画像データDG'を白基準レベル、中央基準レベル、黒基

準レベルに対応するように順次切り替えて、パーソナルコンピュータ600に対し、Gに対応する基準補正データDrefgを算出させる。同様に、画像データDR'、DG'を最低透過率の電圧レベルV4に対応させて固定し、Bの画像データDB'を白基準レベル、中央基準レベル、黒基準レベルに対応するように順次切り替えて、パーソナルコンピュータ600に対し、Bに対応する基準補正データDrefbを算出させる。そして、このように算出された基準補正データDrefr、Drefg、Drefbが、当該プロジェクト1100におけるROM12に格納される。

【0048】説明を再び図3に戻すと、補間処理部13は、白基準レベル、中央基準レベルおよび黒基準レベルに対応する基準補正データDrefを補間処理することによって、補正データDHを基準座標毎に、かつ、RGBの色毎に算出するものである。具体的には、補間処理部13は、白基準レベルに対応する基準補正データDrefと中央基準レベルに対応する基準補正データDrefとから、白基準レベルから中央基準レベルまでの各レベルに対応する補正データDHを算出し、同様に、中央基準レベルに対応する基準補正データDrefと黒基準レベルに対応する基準補正データDrefとから、中央基準レベルから黒基準レベルまでの各レベルに対応する補正データDHを算出する。

【0049】なお、本実施形態における補間処理部13は、直線補間によって補正データDHを算出するものとする。例えば、電圧レベルVa（ただし、 $V1 < Va < V2$ ）、座標（i、j）、Rに対応する補正データDHは、次の式で与えられる。すなわち、 $DH = (DRw_{i,j} \cdot (Va - V1) / (V2 - V1) + (DRc_{i,j} \cdot (V2 - Va) / (V2 - V1))$

【0050】したがって、補間処理部13によって、基準座標毎に、白基準レベル（電圧レベル）V1から黒基準レベル（電圧レベルV3）までの各レベルに対応した補正データDHが算出されることになる。なお、以下の説明では、RGBの各色に対応する補正データDHを、DHr、DHg、DHbと表記することにする。

【0051】次に、補正ユニットUR、UG、UBは、上述した補間処理部13で生成された補正データに基づいて、RGBの各色に対応する画像データDR'、DG'、DB'に補正処理を施すとともに、補正されたデータをDA変換して画像信号VIDR、VIDG、VIDBとして出力するものである。ここで、各補正ユニットUR、UG、UBは、本実施形態では共通構成であるので、代表して補正ユニットURについて説明すると、補正ユニットURは、補正テーブル14R、演算部15R、加算部16R、アドレス発生部17RおよびDA変換器18Rを備えている。

【0052】このうち、補正テーブル14Rは、補間処理部13による補正データDHrについて、基準座標を

行アドレスとし、レベル方向を列アドレスとした領域に記憶する一方、読出アドレスで指定された記憶領域から4点の補正データ $DHr1 \sim DHr4$ が出力される構成となっている。

【0053】ここで、補正テーブル14Rにおける記憶内容について図8を参照して説明する。この図において、「m」は電圧レベルV1に対応する画像データを示し、「n」は電圧レベルV3に対応する画像データを示す。図に示されるように、補正テーブル14Rは、各基準座標に対応付けて補正データ DHr を記憶している。ここで、補正データ DHr に続く第1番目および第2番目の添字「i、j」は、対応する基準座標を示すものであり、第3番目の添字「(X)」は、対応する画像データのレベルを示している。例えば、 $DHr1, 128(m+2)$ とは、基準座標(1, 128)、画像データのレベル(m+2)に対応する補正データであることを示している。

【0054】次に、アドレス発生部17Rは、X座標データ Dx 、Y座標データ Dy と、画像データ DR' とに基づいて、以下の手順で4つの読出アドレスを順次生成するものである。すなわち、第1に、アドレス発生部17Rは、X座標データ Dx およびY座標データ Dy によって特定される座標の近傍に位置する4点の基準座標を特定する。例えば、X座標データ Dx およびY座標データ Dy によって特定される座標が(64, 64)であるならば(図4参照)、基準座標として4つの(1, 1)、(128, 1)、(1, 128)、(128, 128)を特定する。これにより、第1行、第2行、第10行、第11行を指示する4つの行アドレスが生成される。第2に、アドレス発生部17Rは、画像データ DR' のレベルに対応する列アドレスを生成する。例えば、画像データ DR' のレベルが「m+1」であるならば、第2列を指示する列アドレスを生成する。ただし、画像データ DR' が「m」未満の場合には第1列を指示する列アドレスを生成し、画像データ DR' が「n」を越える場合には「n」に対応する列アドレスを生成する。第3に、アドレス発生部17Rは、4つの行アドレスと1つの列アドレスを組み合わせることで4つの読出アドレスを生成する。そして、このアドレス発生部14Rによって、補正テーブル14Rに記憶されている補正データ DHr の中から、4つの補正データ $DHr1 \sim DHr4$ が選択される。例えば、画像データ DR' が「m+1」であり、X座標データ Dx およびY座標データ Dy によって特定される座標が(64, 64)であるならば、図8において $DHr1, 1(m+1)$ と、 $DHr128, 1(m+1)$ と、 $DHr1, 128(m+1)$ と、 $DHr128, 128(m+1)$ とが補正データ $DHr1 \sim DHr4$ として補正テーブル14Rから読み出される。

【0055】次に、図3における演算部15Rは、読み出された4点の補正データ $DHr1 \sim DHr4$ を用い

て、X座標データ Dx およびY座標データ Dy によって特定される座標(当該画像データ DR' に対応する座標)に相当するであろう補正データ Dh を補間処理により求めるものである。詳細には、演算部15Rは、4点の補正データ $DHr1 \sim DHr4$ に対し、X座標データ Dx およびY座標データ Dy によって特定される座標から、補正データ $DHr1 \sim DHr4$ に対応する座標までの各距離に応じて直線補間することにより、補正データ Dh を求める。

【0056】そして、加算部16Rは、画像データ DR' と補正データ Dh とを加算して、補正済画像データを生成する。この補正済画像データは、DA変換器18Rを介してアナログの画像信号 $VIDR$ として出力される。なお、ここでは、R(赤)の画像データ DR' を補正する場合について説明したが、G(緑)の画像データ DG' やB(青)の画像データ DB' についても同様な色ムラ補正の処理が施されて、アナログの画像信号 $VIDG$ 、 $VIDB$ として出力されることになる。

【0057】<1-4:色ムラ補正回路の動作>次に、色ムラ補正回路302の動作について説明する。図9は、色ムラ補正回路の動作を示すフローチャートである。ここでは、Rに対応する色ムラ補正の動作について説明するが、B、Gについても同様である。

【0058】まず、プロジェクタ1100に電源が投入されると(ステップS1)、ROM12から各基準座標に対応する基準補正データ $Dref$ ($Drefr$ 、 $Drefg$ 、 $Drefb$)が読み出される(ステップS2)。次に、補間処理部13は、基準補正データ $Dref$ に基づいて、階調(レベル)方向の補間処理を実行して、補正データ DHr 、 DHg 、 DHb を生成する(ステップS3)。すなわち、基準補正データ $Drefr$ 、 $Drefg$ 、 $Drefb$ の各々は、それぞれ、63点の基準座標において3つの電圧レベルV1、V2、V3にしか対応していないので、電圧レベルV1から電圧レベルV3までの各レベルに対応する補正データ DHr 、 DHg 、 DHb については、それぞれ補間処理によって生成することにしたものである。

【0059】次に、電源投入から一定時間が経過して、補正ユニットUR、UG、UBの各々における補正テーブルに、補正データ DHr 、 DHg 、 DHb がそれぞれ格納されると、ドットクロック信号 $DCLK$ がXカウンタ10に、水平クロック信号 $HCLK$ がYカウンタ11に、それぞれ供給されるとともに(ステップS4)、これらのクロック信号に同期して、画像データ DR' 、 DG' 、 DB' が供給される。ここで、Xカウンタ10から出力されるXデータ座標 Dx およびYカウンタ11から出力されるYデータ座標 Dy によって、あるタイミングにおける画像データ DR' 、 DG' 、 DB' が、画像表示領域上において、どのドットに対応しているのかが示されることになる。

【0060】続いて、座標方向の補間処理の元になる4

つの補正データ $DHr1 \sim DHr4$ が、X座標データ Dx およびY座標データ Dy と、画像データ DR' のレベルに基づいて、補正テーブル14Rから読み出される(ステップS5)。他の色についても同様である。この後、補正データ $DHr1 \sim DHr4$ が、X座標データ Dx およびY座標データ Dy に基づき、演算部15Rによって補間処理されて(ステップS6)、補正データ Dh が生成される(ステップS7)。そして、補正データ Dh と画像データ DR' とが加算部16Rによって加算され(ステップS8)、DA変換器18Rによりアナログ変換されて、R(赤)の画像信号 $VIDR$ として出力される。G(緑)およびB(青)についても、同様な処理が施された後に、画像信号 $VIDG$ 、 $VIDB$ として出力される。

【0061】このような実施形態に係る色ムラ補正回路302によれば、基準座標毎に対応し、かつ、3つの電圧レベル $V1$ 、 $V2$ 、 $V3$ に対応する基準補正データ $Dref$ から、画像データの各レベルに対応する補正データ Dh が基準座標毎に生成されるとともに、4点の補正データ $DHr1 \sim DHr4$ に対し、X座標データ Dx およびY座標データ Dy に応じ補間処理が施されて、補正データ Dh が生成される。このため、画像データ DR' 、 DG' 、 DB' の各レベルに応じて、きめ細かい補正が施されるので、すべての階調にわたって色ムラや輝度ムラを大幅に低減することが可能となる。

【0062】また、補正データ Dh の生成は、画像データ DR' 、 DG' 、 DB' 毎に行うようにしたので、Rの補正量が足りない場合に、これをG、Bで補って、ホワイトバランスを保つといったことも可能である。例えば、画像データ DR' 、 DG' 、 DB' のビット数が10ビットである場合に、補正データ Dh のビット数を4ビットに制限すると、色毎の補正では、完全に色ムラを補正しきれないこともあり得るが、他の色とのバランスで補正すれば、色ムラを解消することができる。

【0063】さらに、レベルに対応する補間処理を実行した後に、座標に対応する補間処理が実行されるので、すなわち、2段階の補間処理が実行されるので、ROM12および補正テーブル14Rのメモリ容量が大幅に削減されることになる。くわえて、Xカウンタ10、Yカウンタ11、ROM12および補間処理部13は、各補正ユニットUR、UG、UBで兼用しているため、その分、構成が簡易となる結果、低コストを図ることが可能である。なお、上述した実施形態にあっては、色ガンマ補正回路301の後段に色ムラ補正回路302を設けたが、これを逆転させ、入力画像データ DR 、 DG 、 DB を色ムラ補正回路302に入力して色ムラ補正を施した後に、ガンマ補正を施すようにしてもよいことは勿論である。

【0064】<2: 第2実施形態>次に、本発明の第2実施形態について説明する。この第2実施形態に係るプ

ロジェクタは、図2に示される第1実施形態の機械的な構成と同一である。また、その電氣的構成は、色ムラ補正回路302の替わりに、その回路規模を縮小した色ムラ補正回路302'を用いる点を除いて、図1および図3に示す第1実施形態の電氣的構成と同一である。

【0065】<2-1: 色ムラ補正回路の構成>図10は、第2実施形態における色ムラ補正回路302'の主要構成を示すブロック図である。この色ムラ補正回路302'は、基準補正データ $Dref$ ($Drefr$ 、 $Drefg$ 、 $Drefb$)を予め記憶しておき、補間処理部13によってレベル方向の補間を施して補正データ DHr 、 DHg 、 DHb を生成し、さらに、これらに基づいて色ムラ補正した画像信号 $VIDR$ 、 $VIDG$ 、 $VIDB$ を生成するといった基本的仕組みは、第1実施形態における色ムラ補正回路302と共通である。

【0066】しかしながら、色ムラ補正回路302'は、ROM12の替わりに記憶容量の少ないROM12'を用いる点、および、補正テーブル14R、14Bの替わりに記憶容量の少ない補正テーブル14R'、14B'を用いる点で、第1実施形態の色ムラ補正回路302と相違する。

【0067】さて、人の視覚には、R(赤)、B(青)と比較してG(緑)の感度が高いといった特性がある。したがって、色ムラに対する感度もGが最も高くなるので、RやBにおいて人が検知できない程度の色ムラがあっても、Gでは検知されてしまう。換言すれば、Gに対する色ムラの補正精度をRやBよりも高くすることによって、RGBの原色画像を合成した場合の表示品質が向上することになる。一方、上述したように色ムラは、基準補正データ $Drefr$ 、 $Drefg$ 、 $Drefb$ に基づいて補正されるため、これらのデータ量が多い程、補正精度を向上させることができる。一方、これらのデータを記憶するROM12'の記憶容量には一定の限界があり、記憶容量が大きくなるにつれて、そのコストが上昇する。

【0068】したがって、ROM12'の記憶容量は、コストと補正精度とがバランスするように決定されることになる。本実施形態は、この点に鑑みてなされたものであり、人の視覚特性に応じて、基準補正データ $Drefr$ 、 $Drefg$ 、 $Drefb$ のデータ量の割合を定めることにより、ある記憶容量のROM12'を用いて、視覚上最大の効果を得られるようにしたものである。そこで、以下、色ムラ補正回路302'に用いるROM12'および補正テーブル14R'、14B'を中心に説明する。

【0069】まず、図11は、第2実施形態における基準座標について、表示領域103との関連において説明するための概念図である。この図に示されるように、表示領域103が横1024ドット×縦768ドットで構成されるが、この表示領域を、横8個×縦6個のブロックに分割して、これらブロックの頂点に位置する計63点の座標(図において黒丸および二重丸で示される)

が、Gの基準座標である。一方、RおよびBの基準座標は、二重丸で示される20点のみである。すなわち、R、Bの基準座標は、Gの基準座標の中からを一定の規則に従って抽出したものである。

【0070】したがって、Rの基準補正データDrefrおよびBの基準補正データDrefbは、それぞれ20点の基準座標の各々に対応して記憶されるので、63点の基準座標の各々に対応して記憶されるGの基準補正データDrefgと比較して、そのデータ量が20/63 ($\approx 1/3$)になる。

【0071】次に、本実施形態におけるROM12'において、基準補正データDrefr、Drefg、Drefbがどのように格納されるかにつき、図12を参照して説明する。この図に示されるように、ROM12'において、Gにあっては、基準補正データDGwi、jと、DGci、jと、DGBi、jとのトリオが、63点の基準座標毎に記憶されている。一方、ROM12'において、Rにあっては、基準補正データDRwi、jと、DRci、jと、DRbi、jとのトリオが、20点の基準座標毎に記憶され、同様に、Bにあっては、基準補正データDBwi、jと、DBci、jと、DBbi、jとのトリオが、20点の基準座標毎に記憶されている。

【0072】このため、基準補正データDrefr、Drefbは、例えば、図11に示される第1行の基準座標(1、1)、(128、1)、…、(1024、1)のうち、(1、1)、(256、1)、(512、1)、(768、1)、(1024、1)について記憶され、第2行については記憶されないことになる。さらに、第3行以降についても第1行および第2行と同様に基準座標が間引かれる。したがって、ROM12'の記憶容量は、すべての基準座標について記憶する場合(第1実施形態のROM12)と比較して、 $(20+63+20)/(63+63+63)$ 、すなわち約54%で済む。これにより、まず、ROM12'の記憶容量を大幅に削減することができる。

【0073】次に、このような基準補正データDrefrから補間処理により生成される補正データDHRが、補正テーブル14R'において、どのように記憶されるかについて、図13を参照して説明する。この図に示されるように、補正テーブル14R'には、補正データDHRが、20点の基準座標毎に、かつ、第1列に相当する電圧レベルV1から第n列に相当する電圧レベルV3までのレベル毎に、それぞれ対応して記憶されている。

【0074】ここで、第1実施形態においては、R、G、Bの各々について、63点の基準座標に対応して基準補正データDrefr、Drefbを記憶する一方、これらにレベル方向の補間処理を施して、補正データDHR、DHBを生成していた。これに対して、第2実施形態では、R、Bについては、20点の基準座標に対応して基準補正データDrefr、Drefbを記憶する一方、これらに

レベル方向の補間処理を施して、補正データDHR、DHBを生成している。このため、第2実施形態において、補正データDHR、DHBのデータ量は、第1実施形態と比較して約1/3に減少する。したがって、これらを記憶する補正テーブル14R'、14B'の記憶容量を約1/3に削減することができる。

【0075】<2-2:色ムラ補正回路の動作>次に、第2実施形態における色ムラ補正回路302'の動作を具体的に説明する。

【0076】まず、電源が投入されると、ROM12'から、Gについては63点の基準座標に対応する基準補正データDrefgが読み出される一方、R色およびB色については20点の基準座標に対応する基準補正データDrefr、Drefbが読み出される。次に、補間処理部13は、各基準補正データDrefg、Drefr、Drefbにレベル方向の補間処理を施して、補正データDHR、DHG、DHBを生成し、これらを補正テーブル14R'、14G、14B'に転送する。一方、Xカウンタ10はドットクロック信号DCLKを、Yカウンタ11は水平クロック信号HCLKを、それぞれカウントするが、これらのカウント結果であるX座標データがDx=64となり、かつ、Y座標データがDy=64となった場合を想定する。すなわち、図11において、座標(64、64)のドットに対応する画像データDR'、DG'、DB'を補正する場合について想定する。

【0077】さて、座標方向の補間処理の元になる補正データであって、Rに対応する4点の補正データDHR1~DHR4が、X座標データDxおよびY座標データDyと、画像データのレベルとに基づいて、補正テーブル14R'から読み出される。Gについても4点の補正データが補正テーブル14Gから読み出され、同様に、Bについても4点の補正データが補正テーブル14B'から読み出される。ここで、Gについては、(1、1)、(128、1)、(1、128)、(128、128)の各基準座標に対応する補正データが読み出される一方、Rおよび色については、それぞれ(1、1)、(256、1)、(1、256)、(256、256)の各基準座標に対応する補正データが読み出される。

【0078】この後、演算部15R、15G、15Bの各々は、それぞれ、X座標データDxおよびY座標データDyに基づいて、対応する色の4点の補正データに補間処理を施す。なお、補間処理は、直線補間を用いて行われる。このため、その精度は、表示すべき画像データの座標と元になる補正データとの距離に応じて定まり、距離が短い程精度が向上する。したがって、補間処理によって生成された補正データDhの精度については、GがRおよびBに比べて高くなる。上述したように、人の視覚特性は、RやBに比べてGの感度が高いので、Gの補正精度を相対的に高めることによって、RGBの原色画像を合成した場合の表示品質を向上させることができ

る。

【0079】なお、第2実施形態は、人の視覚特性に応じて、基準補正データDrefr、Drefg、Drefbのデータを異ならせるものであるから、すべての基準座標について基準補正データDrefr、Drefg、Drefbを用意しておき、Drefgについては10ビット、DrefrおよびDrefbについては5ビットといったように、各データのビット数を視覚特性に応じて定めるようにしてもよい。

【0080】＜3：第3実施形態＞上述した第1および第2実施形態にあっては、白基準レベル（電圧レベル）V1から黒基準レベル（電圧レベルV3）までの範囲に限って、各レベルに対応した補正データDHr、DHg、DHbを補間処理部13によって算出し、これらを、補正テーブル14R、14G、14Bの各々によって記憶する構成となっていた。これは、電圧レベルV1未満の領域、または、電圧レベルV3を越える領域においては、画像データのレベル（階調）が大きく相違しても、透過率変化が小さいので、電圧レベルV1またはV3に対応する基準補正データDrefを用いれば、通常では十分である、と考えたからである。

【0081】しかしながら、実際には、電圧レベルV1未満に対応する輝度レベルの表示をする場合に、電圧レベルV1未満である画像データの補正データとして、電圧レベルV1に対応する基準補正データDrefを一律に用いると、当該補正データは該画像データに真に対応するものではないので、補正が十分に行われないう事態が想定される。同様な事態は、電圧レベルV3を越える輝度レベルの表示をする場合にも発生し得る、と考えられる。

【0082】そこで、本発明の第3実施形態では、電圧レベルV1未満の領域および電圧レベルV3を越える領域においても、それらの領域の電圧レベルに対応して適切な補正データを算出する構成として、電圧レベルV1未満および電圧レベルV3を越える領域に対応する輝度レベルにおいても色ムラの解消を図ることとした。

【0083】ところで、電圧レベルV1未満の領域において、該電圧レベルに対応する補正データを算出するにしても、その補正データの内容は、電圧レベルV1に対応する基準補正データDrefと大きな差はないと考えられる。このため、本実施形態では、画像データが取り得るレベルに対応する最小電圧レベルV0から白基準レベルに対応する電圧レベルV1までの範囲における補正データについては、当該電圧レベルと電圧レベルV1との差に応じて、電圧レベルV1に対応する基準補正データDrefに、「1」よりも徐々に大きくなる係数を乗算したものを、当該電圧レベルに対応する補正データとして用いることとした。同様に、電圧レベルV3を越える領域において、該電圧レベルに対応する補正データを算出するにしても、その補正データの内容は、電圧レベルV3に対応する基準補正データDrefと大きな差はないと

考えられるので、黒基準レベルに対応する電圧レベルV3から画像データが取り得るレベルに対応する最大電圧レベルV4までの範囲における補正データについては、当該電圧レベルと電圧レベルV3との差に応じて、電圧レベルV3に対応する基準補正データDrefに、「1」よりも徐々に大きくなる係数を乗算したものを、当該電圧レベルに対応する補正データとして用いることとした。

【0084】一方、上述した第1および第2実施形態にあって、アドレス発生部17R（17G、17B）は、補正テーブル14R（14G、14B）に対し、入力画像データDR'（DG'、DB'）が電圧レベルV1未満の場合、第1列を指示する列アドレスを生成して、近傍に位置する4点の基準座標にあって電圧レベルV1に対応する補正データを読み出し、また、入力画像データDR'（DG'、DB'）が電圧レベルV3を越える場合、第n列を指示する列アドレスを生成して、近傍に位置する4点の基準座標にあって電圧レベルV3に対応する補正データを読み出す構成となっている。そこで、第3実施形態では、電圧レベルV1、V3に対応する補正データに係数を乗算するポイントを、図3において、補正テーブル14Rから演算部15Rまでの間とした。

【0085】＜3-1：色ムラ補正回路の構成＞そこで、このような第3実施形態における色ムラ補正回路302について詳述することにする。図14は、本実施形態における色ムラ補正回路の要部構成を示すブロック図であり、図3にあって、補正テーブル14Rから演算部15Rまでの間において追加される構成を示したものである。この図において、W-LUT（ルックアップテーブル）322および係数補間部324は、画像データDR'のレベル（階調）値が、電圧レベルV1（白基準レベル）未満である場合に、当該レベルに対応する係数kwを出力するものである。

【0086】詳細には、W-LUT322は、例えば図15に示されるように、白基準レベルV1からレベルが小さくなるにつれて、徐々に「1」から大きくなる特性曲線上にあって、電圧レベルV0、Vw1、Vw2、V1の4点に対応した係数データkwmax、kw1、kw2、kwminをそれぞれ記憶する一方、最小電圧レベルV0以上電圧レベルV1（白基準レベル）未満である画像データDR'を入力すると、そのレベルの前後に位置する2点の係数データを出力するものである。例えば、W-LUT322は、電圧レベルVw1以上電圧レベルVw2以下である場合には、電圧レベルVw1に対応する係数データkw1と、電圧レベルVw2に対応する係数データkw2との2点の係数データを出力する。さらに、係数補間部324は、W-LUT322から出力された2点の係数データを補間処理して、電圧レベルV1未満である画像データDR'のレベルに対応する係数データkwを、乗算器331～334における入力端の一

方に供給するものである。

【0087】同様に、B-LUT342および係数補間部344は、画像データDR'のレベル（階調）値が、電圧レベルV3（黒基準レベル）を越える場合に、当該レベルに対応する係数kbを出力するものである。詳細には、B-LUT342は、例えば図16に示されるように、黒基準レベルV3からレベルが大きくなるにつれて、徐々に「1」から大きくなる特性曲線上にあって、電圧レベルV3、Vb1、Vb2、V4の4点に対応した係数データkbmin、kb1、kb2、kbmaxをそれぞれ記憶する一方、電圧レベルV3（黒基準レベル）を越え、最大電圧レベルV4以下である画像データDR'を入力すると、そのレベルの前後に位置する2点の係数データを出力するものである。例えば、B-LUT342は、電圧レベルVb2以上電圧レベルV4以下である場合には、電圧レベルVb2に対応する係数データkb2と、電圧レベルV4に対応する係数データkbmaxとの2点の係数データを出力する。さらに、係数補間部344は、B-LUT342から出力された2点の係数データを補間処理して、電圧レベルV3を越える画像データDR'のレベルに対応する係数データkbを、乗算器351～354における入力端の一方に供給するものである。なお、本実施形態において、W-LUT322の係数特性およびB-LUT324の係数特性については、図5に示される表示特性を考慮して設定されたものである。

【0088】さて、本実施形態において、補正テーブル14Rから読み出される4点の補正データのうち、補正データDhr1は、次の3つの経路に分岐して出力される。すなわち、補正データDhr1は、第1番目の経路として、乗算器331における入力端の他方に供給され、第2番目の経路として、セクタ370の入力端bに供給され、第3番目の経路として、乗算器351における入力端の他方に供給されている。他の3点の補正データDhr2、Dhr3、Dhr4についても同様に、第1番目の経路として、それぞれ乗算器332、333、334における入力端の他方に供給され、第2番目の経路として、それぞれセクタ370の入力端bに供給され、第3番目の経路として、それぞれ乗算器352、353、354における入力端の他方に供給されている。なお、乗算器331～334における乗算結果は、それぞれセクタ370の入力端aに供給され、また、乗算器351～354における乗算結果は、それぞれセクタ370の入力端cに供給されている。

【0089】続いて、4つのセクタ370は、制御信号selにしたがって、入力端a、b、cのいずれかを選択出力するものである。また、データ判別部360は、入力画像データDR'のレベル（階調）値を判別して、4つのセクタ370に対して次のような制御信号selを出力するものである。すなわち、データ判別部

360は、画像データDR'が、電圧レベルV1未満である場合には入力端aを選択させ、電圧レベルV1以上であって電圧レベルV3以下である場合には入力端bを選択させ、電圧レベルV3を越える場合には入力端cを選択させる制御信号selを出力するものである。なお、演算部15Rは、4つのセクタ370によって選択出力された補正データに基づいて、X座標データDxおよびY座標データDyによって特定される座標（当該画像データDR'に対応する座標）に相当するであろう補正データDhを補間処理により求める点で第1および第2実施形態と共通である。

【0090】なお、ここでは、Rの画像データDR'に対応する補正データDhを算出するための構成について説明したが、Gの画像データDG'およびBの画像データDB'についても同様な構成となっている。

【0091】＜3-2：色ムラ補正回路の動作＞次に、第3実施形態における色ムラ補正回路302の動作を具体的に説明するが、座標方向の補間処理の元になる4つの補正データDhr1～Dhr4が、X座標データDxおよびY座標データDyと、画像データDR'のデータ値とに基づいて、補正テーブル14Rから読み出される（図9におけるステップS5）点までの動作は、第1実施形態と同様である。また、演算部15Rが、4点の補正データに基づいて、X座標データDxおよびY座標データDyによって特定される座標に相当するであろう補正データDhを補間処理する点およびそれ以降の動作についても第1実施形態と同様である。したがって、ここでは、補正テーブル14Rから読み出された4つの補正データDhr1～Dhr4が演算処理されて、演算部15Rに供給されるまでの動作を中心に、以下のように場合分けして説明することにする。

【0092】＜3-2-1：画像データのレベルがV1未満である場合＞まず、入力した画像データDR'のレベルが、白基準レベルに対応する電圧レベルV1未満である場合の動作について説明する。この場合、W-LUT322は、当該画像データDR'のレベルの前後に位置する2点の係数データを出力し、係数補間部324は、該2点の係数データを補間処理して、当該画像データDR'のレベルに対応する係数データkwを出力する。

【0093】一方、入力した画像データDR'のレベルが電圧レベルV1未満である場合、補正テーブル14Rから出力される4つの補正データDhr1～Dhr4は、すでに述べたように、X座標データDxおよびY座標データDyで特定される座標の周囲近傍に位置する4点の基準座標に対応するものであって、それら基準座標においてそれぞれ白基準レベルに対応するものである。

【0094】したがって、乗算器331～334による各乗算結果は、当該入力画像データDR'のレベルと白基準レベルたる電圧レベルV1との差に応じて、4点の

基準座標の各々においてそれぞれ電圧レベルV1に対応する補正データを適切に拡大したものとなる。そして、4つのセクタ370にあっては、それぞれ入力端aが、データ判別部360によって選択されるので、演算部15Rは、乗算器331~334による乗算結果の4つに対して座標方向に補間演算を施すことによって、当該画像データDR'の補正データDhを求めることになる。なお、ここでは、Rの画像データDR'に対応する補正データDhの算出動作について説明したが、Gの画像データDG'およびBの画像データDB'についての補正データDhの算出動作も同様である。

【0095】<3-2-2: 画像データのレベルがV1以上V3以下である場合>次に、入力した画像データDR'のレベルが、白基準レベルに対応する電圧レベルV1以上であって、黒基準レベルに対応する電圧レベルV3以下である場合の動作について説明する。

【0096】この場合、補正テーブル14Rから出力される4つの補正データDhr1~Dhr4は、すでに述べたように、X座標データDxおよびY座標データDyで特定される座標の周囲近傍に位置する4点の基準座標に対応するものであって、それら基準座標において当該画像データのレベルに対応するものである。一方、4つのセクタ370にあっては、それぞれ入力端bが、データ判別部360によって選択されるので、演算部15Rは、補正テーブル14から読み出された4つの補正データDhr1~Dhr4を座標方向に補間演算を施すことによって、当該画像データDR'の補正データDhを求めることになる。すなわち、この算出動作は、上述した第1実施形態と全く同じであるので、入力した画像データDR'のレベルが、白基準レベルに対応する電圧レベルV1以上であって、黒基準レベルに対応する電圧レベルV3以下である場合の動作は、第1実施形態と同様に色ムラが解消されることになる。

【0097】<3-2-3: 画像データのレベルがV3を越える場合>続いて、入力した画像データDR'のレベルが、黒基準レベルに対応する電圧レベルV3を越える場合の動作について説明する。この場合、BLUT342は、当該画像データDR'のレベルの前後に位置する2点の係数データを出力し、係数補間部344は、該2点の係数データを補間処理して、当該画像データDR'のレベルに対応する係数データkbを出力する。

【0098】一方、入力した画像データDR'のレベルが電圧レベルV3を越える場合、補正テーブル14Rから出力される4つの補正データDhr1~Dhr4は、すでに述べたように、X座標データDxおよびY座標データDyで特定される座標の周囲近傍に位置する4点の基準座標に対応するものであって、それら基準座標においてそれぞれ黒基準レベルに対応するものである。

【0099】したがって、乗算器331~334による各乗算結果は、当該入力画像データDR'のレベルと黒

基準レベルたる電圧レベルV3との差に応じて、4点の基準座標の各々においてそれぞれ電圧レベルV3に対応する補正データを適切に拡大したものとなる。そして、4つのセクタ370にあっては、それぞれ入力端cが、データ判別部360によって選択されるので、演算部15Rは、乗算器351~354による乗算結果の4つに対して座標方向に補間演算を施すことによって、当該画像データDR'の補正データDhを求めることになる。なお、ここでは、Rの画像データDR'に対応する補正データDhの算出動作について説明したが、Gの画像データDG'およびBの画像データDB'についての補正データDhの算出動作も同様である。

【0100】このように第3実施形態によれば、入力画像データDR'のレベルが電圧V1未満である場合には、白基準レベルに対応する補正データに、また、入力画像データDR'のレベルが電圧V3を越える場合には、黒基準レベルに対応する補正データに、それぞれ入力画像データのレベルに対応する係数を乗じることによって、当該レベルに対応する補正データを求めて、さらに、座標方向に補間演算を行うことにより補正データDhを求めているので、電圧レベルV1未満の領域および電圧V3を越える領域に対応する輝度レベルにおいても適切に色ムラの解消を図ることが可能となる。なお、第3実施形態にあっては、第1実施形態における色ムラ補正回路302（図3参照）に適用した場合について説明したが、第2実施形態における色ムラ補正回路302'（図10参照）にも、もちろん適用可能である。

【0101】また、第3実施形態にあっては、電圧レベルV1未満の領域に対応してW-LUT322を、電圧レベルV3を越える領域に対応してB-LUT342を、それぞれ用意したが、いずれも、白基準レベルV1または黒基準レベルV3から電圧レベルが離れるにつれて、係数kwまたはkbが「1」よりも次第に大きくなる点で共通であるので、ルックアップテーブルを共用化することも可能である。さらに、電圧レベルV1未満の領域、または、電圧レベルV3を越える領域のうち、いずれか一方の領域のみについてルックアップテーブルを用いて補正データの算出を行うようにしても良い。

【0102】さらに、第3実施形態にあっては、W-LUT322およびB-LUT342において、それぞれ電圧レベルの異なる4点において係数データを記憶する構成としたが、精度を向上させる目的で5点以上記憶する構成としても良いし、記憶容量を削減する目的で3点または2点記憶する構成としても良い。

【0103】<4: 電子機器>次に、上述した画像処理回路をプロジェクタ以外の電子機器に用いた例について説明する。

【0104】<4-1: モバイル型コンピュータ>まず、上述した画像処理回路を、モバイル型のコンピュータの表示部に適用した例について説明する。図17は、

このコンピュータの構成を示す斜視図である。図において、コンピュータ1700は、キーボード1702を備えた本体部1704と、液晶パネル100とから構成されている。また、液晶パネル100の背面には、視認性を高めるためのバックライトユニット（図示省略）が設けられる。

【0105】ここで、上述したプロジェクタ1100は、RGBの各色にそれぞれ対応する液晶表示パネル100R、100G、100Bの3板構成であったが、この液晶パネル100は、カラーフィルタにより1枚でRGBの各色を表示するものである。したがって、このような液晶パネル100に対しては、画像信号VIDr1～VIDr6、VIDg1～VIDg6、VIDb1～VIDb6は、並列的に供給されるのではなく、時分割で供給されることになる。この場合でも、上述した色ムラ補正回路302と同様にレベル（階調）方向の補間処理と座標方向との補間処理とを2段階で行うことによって、輝度ムラや色ムラをほとんどなくすることができる。

【0106】＜4-2：携帯電話＞次に、上述した画像処理回路を、携帯電話の表示部に適用した例について説明する。図18は、この携帯電話の構成を示す斜視図である。図において、携帯電話1800は、複数の操作ボタン1802のほか、受話口1804、送話口1806とともに、表示部として用いられる液晶パネル100を備えるものである。この液晶パネル100も、カラーフィルタにより1枚でRGB各色を表示するものであるが、単に白黒の階調表示を行うものとしても良い。白黒の階調表示を行う場合には、画像処理回路は、3原色分ではなく、単色分の構成で済む。

【0107】＜5：その他＞なお、図17、図18を参照して説明した電子機器の他にも、液晶テレビや、ビューファインダ型、モニタ直視型のビデオテープレコーダ、カーナビゲーション装置、ページャ、電子手帳、電卓、ワードプロセッサ、ワークステーション、テレビ電話、POS端末、タッチパネルを備えた装置等などが挙げられる。そして、これらの各種電子機器に適用可能なのは言うまでもない。

【0108】さらに、本発明は、アクティブマトリクス型液晶表示装置としてTFTを用いたもの例にとって説明したが、これに限られず、スイッチング素子としてTFD（Thin Film Diode：薄膜ダイオード）を用いたものや、スイッチング素子を用いないパッシブ型などにも適用可能である。さらに、透過型に限られず、反射型にも適用可能である。くわえて、液晶表示装置に限られず、エレクトロ・ルミネッセンス素子など、各種の電気光学物質の電気光学変化を用いて表示を行う表示装置にも適用可能である。

【0109】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、レベル方向と座標方向の補間処理を2段階で行うので、少

ないメモリ容量により、輝度ムラや色ムラを大幅に低減することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の第1実施形態に係るプロジェクタの電氣的構成を示すブロック図である。

【図2】 同プロジェクタの構成を示す平面図である。

【図3】 同プロジェクタにおける色ムラ補正回路の構成を示すブロック図である。

【図4】 同実施形態における基準座標を説明するための図である。

【図5】 同液晶表示パネルの表示特性と基準補正データに対応する3つの電圧レベルの関係を示す図である。

【図6】 同プロジェクタにあって色ムラ補正回路のROMの記憶内容を示す図である。

【図7】 同色ムラ補正回路に用いる基準補正データを生成するシステムの構成を示す図である。

【図8】 同色ムラ補正回路における補正テーブルの記憶内容を示す図である。

【図9】 同色ムラ補正回路の動作を示すフローチャートである。

【図10】 本発明の第2実施形態における色ムラ補正回路の構成を示すブロック図である。

【図11】 同実施形態における基準座標を説明するための図である。

【図12】 同色ムラ補正回路におけるROMの記憶内容を示す図である。

【図13】 同色ムラ補正回路においてRに対応する補正テーブルの記憶内容を示す図である。

【図14】 本発明の第3実施形態に係る色ムラ補正回路の要部構成を示すブロック図である。

【図15】 同構成におけるW-LUTの記憶内容を説明するための図である。

【図16】 同構成におけるB-LUTの記憶内容を説明するための図である。

【図17】 同画像処理回路を適用した電子機器の一例たるパーソナルコンピュータの構成を示す斜視図である。

【図18】 同画像処理回路を適用した電子機器の一例たる携帯電話機の構成を示す斜視図である。

【符号の説明】

10……Xカウンタ

11……Yカウンタ

12……ROM（第1記憶手段、メモリ）

13……補間処理部（第1補間手段）

14R……補正テーブル（第2記憶手段）

15R……演算部（第2補間手段）

16R……加算部

17R……アドレス発生部

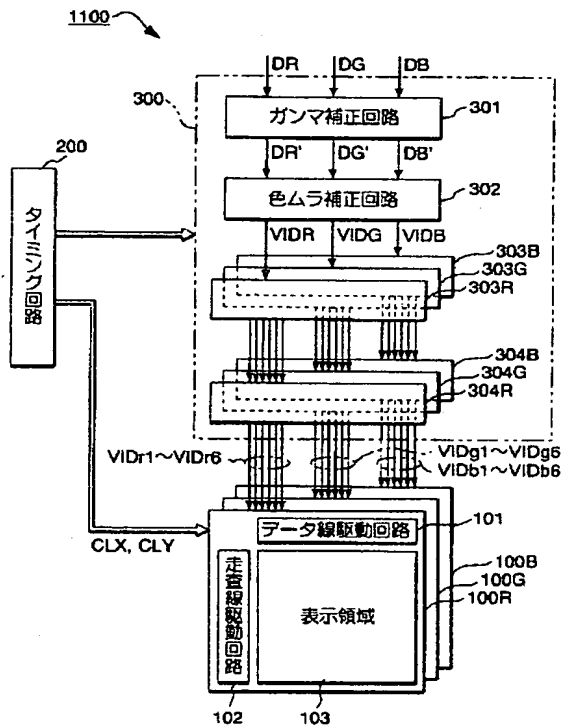
103……表示領域（画像表示領域）

300……画像処理回路

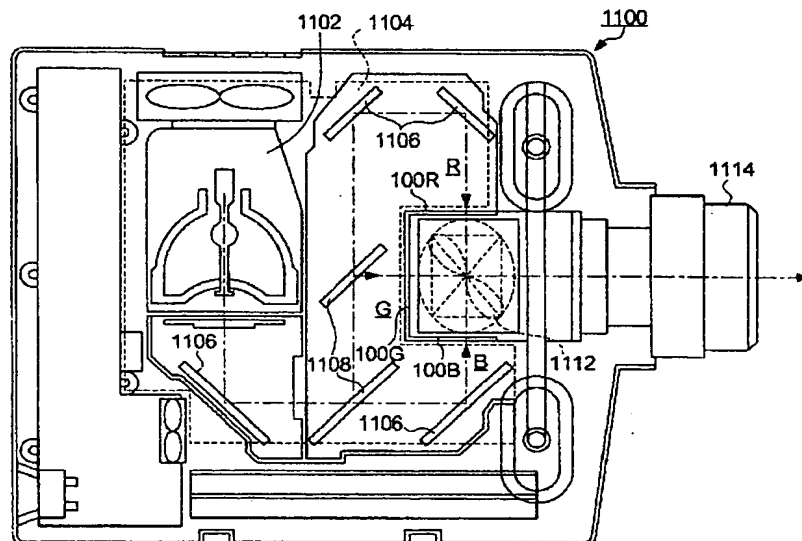
302……色ムラ補正回路
 322……W-LUT (ルックアップテーブル)
 342……B-LUT (ルックアップテーブル)
 324、344……係数補間部
 331~334、351~354……乗算器
 DR、DG、DB……入力画像データ
 Dref……基準補正データ

DH (DH_r、DH_g、DH_b)……補正データ (第1補正データ)
 Dh……補正データ (第2補正データ)
 DCLK……ドットクロック信号 (第1クロック信号)
 HCLK……水平クロック信号 (第2クロック信号)
 Dx、Dy……X座標データ、Y座標データ

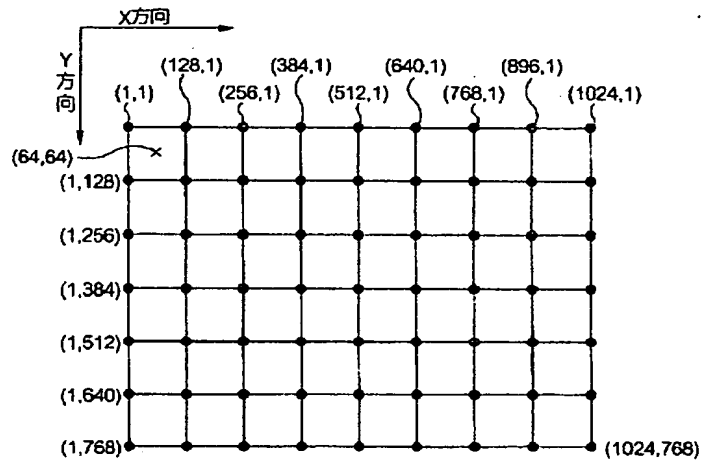
【図1】



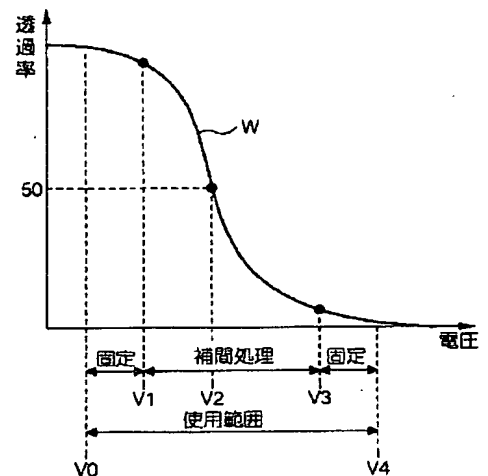
【図2】



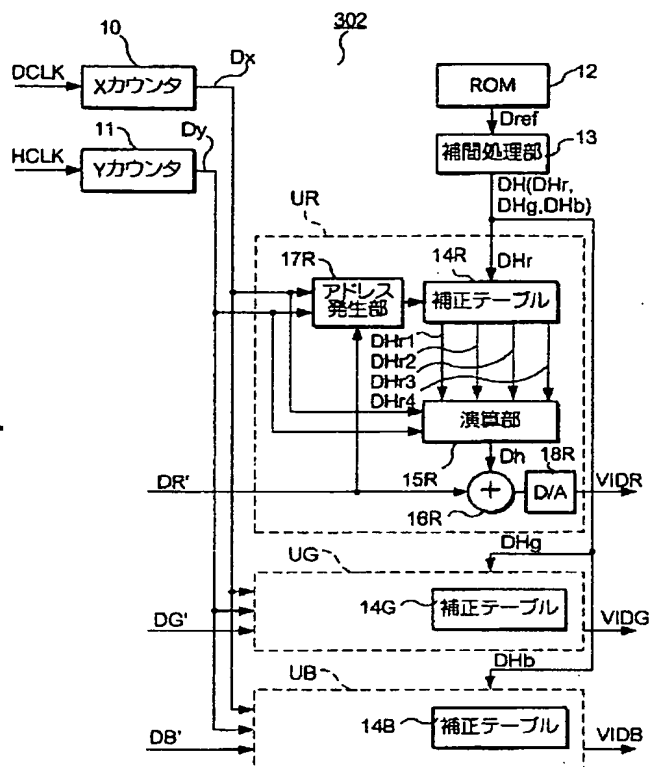
【図4】



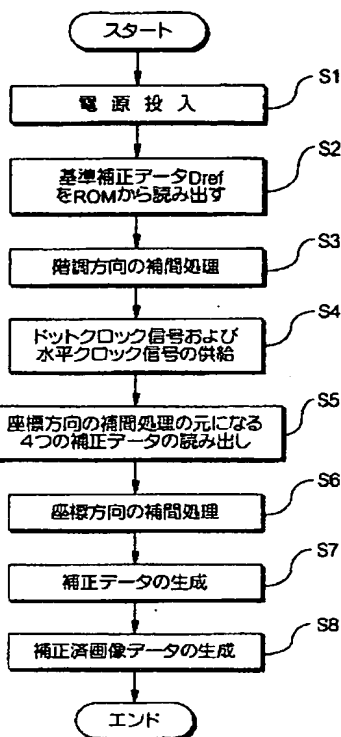
【図5】



【図3】



【図9】

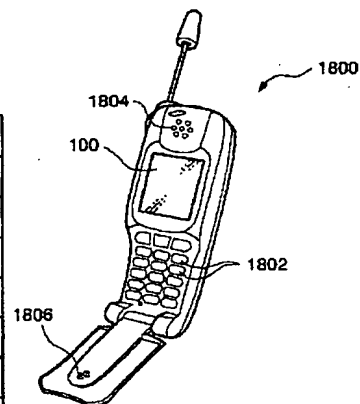


【図6】

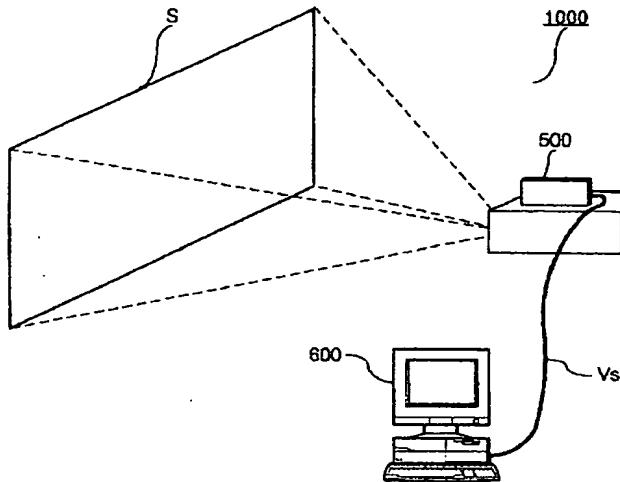
63 図

(X,Y)	R:Drefr			G:Drefg			B:Drefb		
(1,1)	DRw1,1	DRc1,1	DRb1,1	DGw1,1	DGc1,1	DGb1,1	DBw1,1	DBc1,1	DBb1,1
(128,1)	DRw128,1	DRc128,1	DRb128,1	DGw128,1	DGc128,1	DGb128,1	DBw128,1	DBc128,1	DBb128,1
(256,1)	DRw256,1	DRc256,1	DRb256,1	DGw256,1	DGc256,1	DGb256,1	DBw256,1	DBc256,1	DBb256,1
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
(i,j)	DRwi,j	DRci,j	DRbi,j	DGwi,j	DGci,j	DGb1,j	DBwi,j	DBci,j	DBbi,j
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
(1024,768)	DRw1024,768	DRc1024,768	DRb1024,768	DGw1024,768	DGc1024,768	DGb1024,768	DBw1024,768	DBc1024,768	DBb1024,768

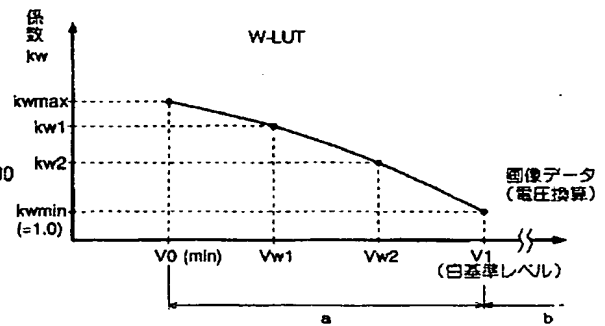
【図18】



【図7】



【図15】

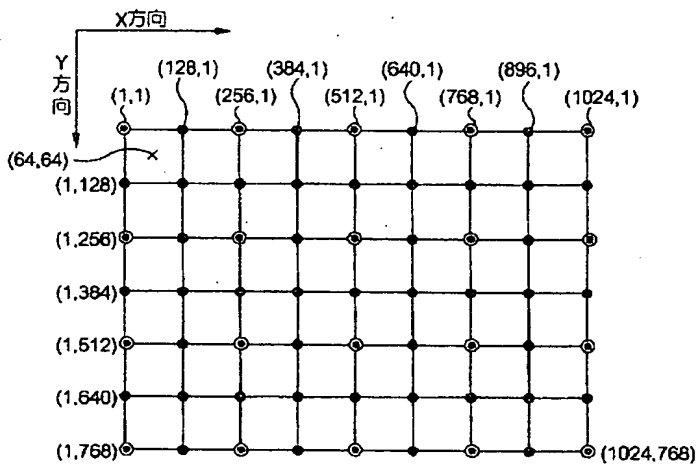


【図8】

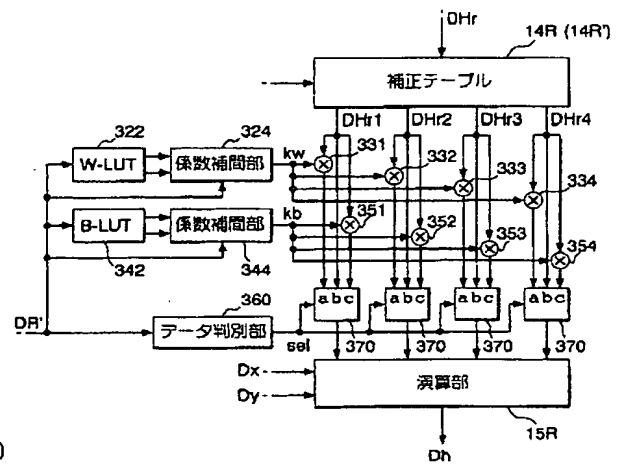
14R

	第1列	第2列	第3列	...	第n-1列	第n列
(X,Y)	m	m+1	m+2	...	n-1	n
第1行	(1,1)	DHr1, 1(m)	DHr1, 1(m+1)	...	DHr1, 1(n-1)	DHr1, 1(n)
第2行	(128,1)	DHr128, 1(m)	DHr128, 1(m+1)	...	DHr128, 1(n-1)	DHr128, 1(n)
...
第10行	(1,128)	DHr1, 128(m)	DHr1, 128(m+1)	...	DHr1, 128(n-1)	DHr1, 128(n)
第11行	(128,128)	DHr128, 128(m)	DHr128, 128(m+1)	...	DHr128, 128(n-1)	DHr128, 128(n)
...
第63行	(1024,768)	DHr1024, 768(m)	DHr1024, 768(m+1)	...	DHr1024, 768(n-1)	DHr1024, 768(n)

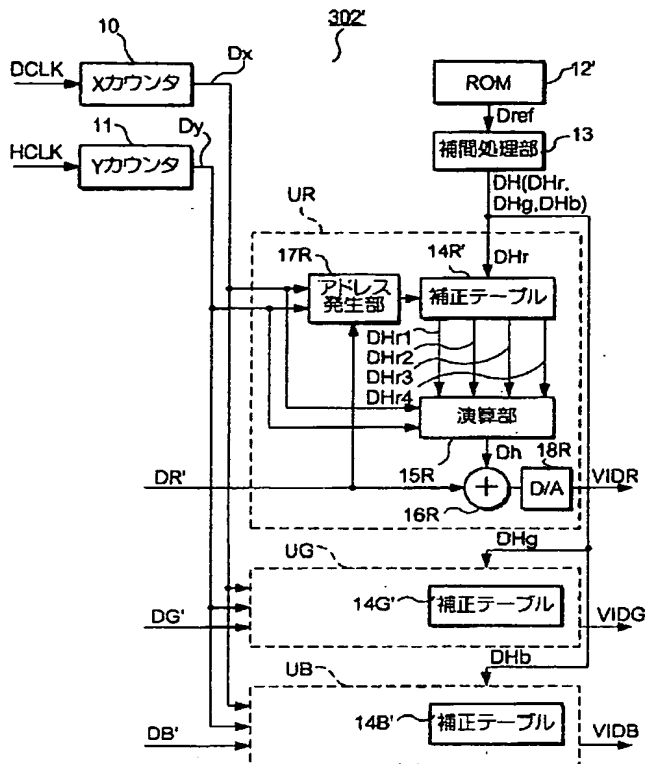
【図11】



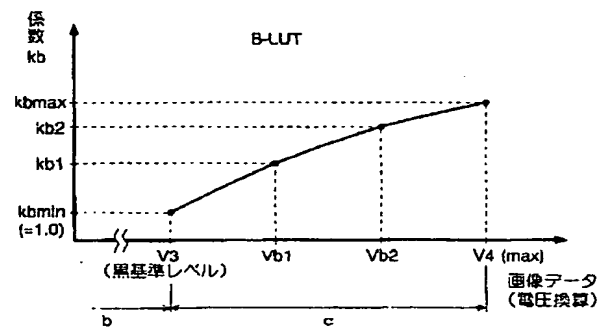
【図14】



【図10】



【図16】



【図12】

12'

(X,Y)	R:Drefr			G:Drefg			B:Drefb		
(1,1)	DRw1,1	DRc1,1	DRb1,1	DGw1,1	DGc1,1	DGb1,1	DBw1,1	DBc1,1	DBb1,1
(128,1)	-	-	-	DGw128,1	DGc128,1	DGb128,1	-	-	-
(256,1)	DRw256,1	DRc256,1	DRb256,1	DGw256,1	DGc256,1	DGb256,1	DBw256,1	DBc256,1	DBb256,1
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
(1,128)	-	-	-	DGw1,128	DGc1,128	DGb1,128	-	-	-
(128,128)	-	-	-	DGw128,128	DGc128,128	DGb128,128	-	-	-
(256,128)	-	-	-	DGw256,128	DGc256,128	DGb256,128	-	-	-
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
(1024,128)	-	-	-	DGw1024,128	DGc1024,128	DGb1024,128	-	-	-
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
(1024,768)	DRw1024,768	DRc1024,768	DRb1024,768	DGw1024,768	DGc1024,768	DGb1024,768	DBw1024,768	DBc1024,768	DBb1024,768

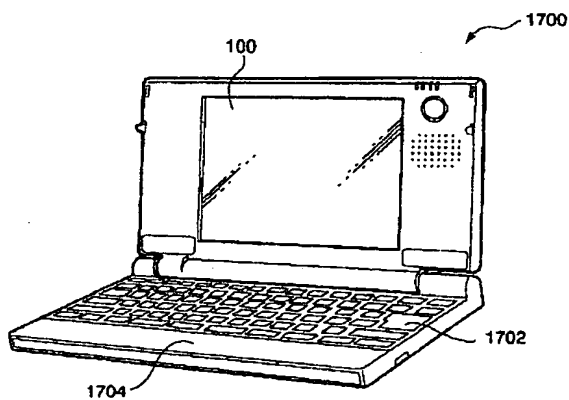
63 個

【図13】

14R

	第1列	第2列	第3列	...	第n-1列	第n列	
	(X,Y)	m	m+1	m+2	...	n-1	n
第1行	(1,1)	DHr1, 1(m)	DHr1, 1(m+1)	DHr1, 1(m+2)	...	DHr1, 1(n-1)	DHr1, 1(n)
第2行	(256,1)	DHr256, 1(m)	DHr256, 1(m+1)	DHr256, 1(m+2)	...	DHr256, 1(n-1)	DHr256, 1(n)
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
第5行	(1024,1)	DHr1024, 1(m)	DHr1024, (m+1)	DHr1024, (m+2)	...	DHr1024, (n-1)	DHr1024, (n)
第6行	(1,256)	DHr1, 256(m)	DHr1, 256(m+1)	DHr1, 256(m+2)	...	DHr1, 256(n-1)	DHr1, 256(n)
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
第20行	(1024,768)	DHr1024, 768(m)	DHr1024, 768(m+1)	DHr1024, 768(m+2)	...	DHr1024, 768(n-1)	DHr1024, 768(n)

【図17】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 7

G 0 9 G 3/20

識別記号

6 4 2

6 5 0

6 8 0

H O 4 N 3/30

5/66

9/30

F I

G 0 9 G 3/20

特コード (参考)

6 4 2 A

6 4 2 J

6 5 0 M

6 8 0 C

K

H O 4 N 3/30

5/66

9/30

A

Fターム(参考) 2H093 NC03 NC16 NC21 NC27 NC28
NC34 NC50 NC62 ND09 ND17
NG01 NG02
5C006 AA01 AA16 AA22 AF13 AF46
AF53 AF82 AF85 BB11 BF22
BF28 EC11 FA22 FA56
5C058 BA03 BA06 BA13 BB14 BB25
EA26
5C060 BA04 BA09 BC05 DB01 GA02
HB24 JA19
5C080 AA06 AA10 BB05 CC03 DD05
EE29 EE30 GG07 GG08 JJ02
JJ05 JJ06 JJ07 KK07